

## ANALISA DAN PENGECEKAN KERUSAKAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO SETELAH SETAHUN BEROPERASI

Jamal<sup>1)</sup>, Lewi<sup>1)</sup>, Anthonius Lorens Simons Haans<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

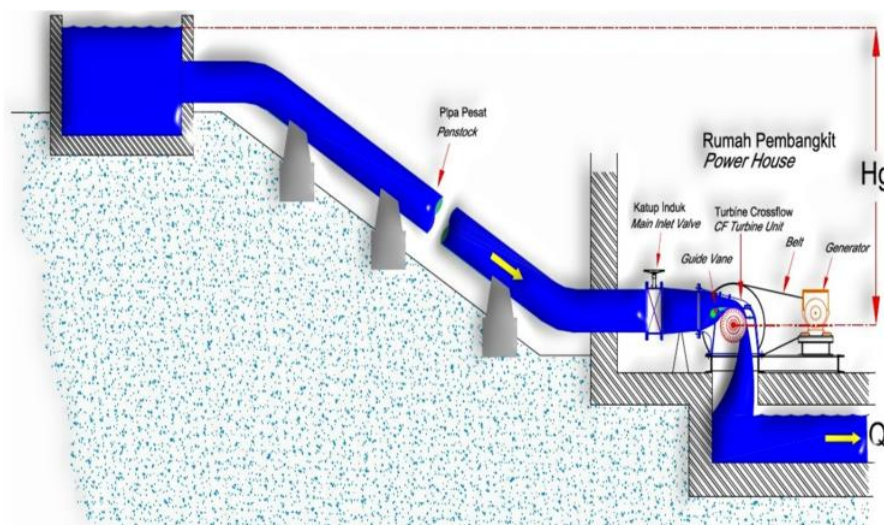
### ABSTRACT

The operation of a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) in order to have a long life requires regular maintenance and checking of damage, periodic checks can be done in daily, weekly, monthly and annual time frames. This study aims to determine the damage experienced by MHP after operating for one year. The benefits that can be obtained by regularly analyzing and checking damage from the MHP is to be able to extend the life of the MHP operation. The checking method is done by measuring the turbine outflow flow, measuring the output generator rotation, observing turbine and generator rotation noise and measuring generator output voltage and current. The measurement results are then compared with the commissioner moment, namely when the MHP was first operated. If there is a deviation, an inspection of the four main parts is carried out, namely on the dam (flow input), on the duct pipe, on the crossflow turbine and on the generator. The results obtained in this study are a decrease in flow discharge due to fertilization of the pipe line, there is a decrease and rotation of turbine noise due to bearing wear, the generator is unable to produce voltage and electric current due to damage to the generator.

**Keywords:** *Mycro hydro, Failure, Crossflow, Generator*

### 1. PENDAHULUAN

Skema sebuah PLTMH dapat dilihat pada gambar 1, dimana komponen utama sistem PLTMH terdiri dari sumber air, pipa pesat, turbin crossflow dan generator. Untuk menjaga keberlanjutan PLTMH dalam menghasilkan daya listrik, maka perlu dilakukan pengecekan, pemeliharaan dan perbaikan secara berkala terhadap seluruh komponen PLTMH terlebih lagi komponen utama dari PLTMH.



Gambar 1. Skema dan komponen utama sistem PLTMH

Pemeliharaan biasanya hanya terfokus pada pengecekan, pembersihan pada komponen yang rusak, serta penggantian dan pemberian pelumas, sehingga mengurangi kemampuan PLTMH secara bertahap. Adapun pemeliharaan preventif, yaitu pemeliharaan rutin dan periodik lebih menjamin umur PLTMH terdapat pula pemeliharaan tidak terencana dilakukan secara darurat, hal ini dilakukan jika dibutuhkan untuk menghindari kerusakan pada PLTMH (Muhammad Irfani, 2016).

Menurut Muhammad Irfan (2015) hal-hal yang perlu disediakan untuk kebutuhan PLTMH agar dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lama adalah tersedianya SDM yang mampu mengoperasikan dan merawat PLTMH, tersedia mitra yang mampu mengatasi gangguan PLTMH berskala kecil. Tersedia Buku

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Jamal, Telp 081343670304, [jamal\\_mesin@poliupg.ac.id](mailto:jamal_mesin@poliupg.ac.id)

Panduan atau Standar Operasional Prosedur (SOP) yang dapat dijadikan acuan oleh operator dalam mengoperasikan PLTMH.

Menurut Ni Made Sudri (2012) komponen kritis pada generator starter adalah short brush dimana dalam penelitiannya mengalami kerusakan sebanyak 36 kali dengan persentase kerusakan adalah 63,16 %. Komponen-komponen yang sering mengalami kerusakan tersebut perlu disiapkan cadangannya sehingga ketika tiba-tiba rusak dapat diganti dan diperbaiki dengan segera.

Menurut Didik Ariwibowo (2014) metode pemeliharaan PLTMH utamanya generator ada empat jenis yaitu *predictive maintenance*, *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, *breakdown maintenance*. Pemeliharaan bertujuan untuk meningkatkan *reliability*, *availability* dan *efficiency*, memperpanjang umur PLTMH, mengurangi resiko kegagalan atau kerusakan PLTMH dan memprediksi serta mengurangi lama waktu padam akibat gangguan.

Masalah yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan pengecekan, pemeliharaan dan perbaikan agar PLTMH dapat beroperasi dalam jangka waktu yang panjang dimana pengecekan, pemeliharaan dan perbaikan dapat dilakukan secara preventif dan tidak terencana sesuai dengan kebutuhan.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisa dan pengecekan terhadap PLTMH yang telah beroperasi selama setahun, analisa dan pengecekan ini dilakukan secara tidak terencana akibat adanya indikasi kerusakan PLTMH di dusun Taipa Tompobulu kabupaten Maros.

Pengecekan sistem PLTMH pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem apakah terjadi penurunan kinerja, disamping itu juga bertujuan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada sistem PLTMH. Pengecekan kinerja dan kerusakan dilakukan bukan hanya pada mengamati penurunan daya output tetapi juga mengamati penurunan daya input. Kedua hal tersebut harus diamati secara bersamaan karena penurunan daya output terkadang tidak disebabkan oleh penurunan kinerja atau terjadi kerusakan tetapi disebabkan karena terjadinya penurunan daya input yang juga tentunya berdampak pada penurunan daya output.

Daya input dihitung menggunakan persamaan 1, sehingga daya input dipengaruhi oleh dua hal yaitu tinggi jatuh air dan debit aliran, karena tidak ada pergeseran dari saluran input dan output pipa penstock maka tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap tinggi jatuh air sehingga penurunan daya output jika terjadi hanya dipengaruhi oleh debit aliran.

$$P = \rho \times g \times Q \times h \quad \dots\dots\dots 1$$

dengan :

$P$  = Daya air yang dibangkitkan (Watt)  
 $\rho$  = Massa jenis air (1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 $g$  = Percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)  
 $Q$  = Debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)  
 $h$  = Tinggi jatuh air (m)

Daya output mekanik dihitung menggunakan persamaan 2, sehingga daya output mekanik dipengaruhi oleh dua hal yaitu putaran dan torsi, karena sistem sudah terkopel dengan generator dan saat pemasangan tidak dilakukan pengukuran daya output mekanik maka peningkatan rugi-rugi mekanik tidak dapat dipastikan. Tetapi pada saat pemasangan dilakukan pengukuran putaran, maka pengamatan penurunan kinerja dan kerusakan dapat dilakukan dengan pengukuran putaran turbin dan generator, serta mengamati kebisingan putaran turbin dan generator.

$$P_m = \frac{2\pi}{6} \quad \dots\dots\dots 2$$

dengan :

$P_{mek}$  = Daya output mekanik (Watt)  
 $N$  = Putaran turbin (rpm)  
 $T$  = Torsi (Nm)

Daya output listrik dihitung menggunakan persamaan 3, sehingga daya output listrik dipengaruhi oleh dua hal yaitu tegangan dan arus, penurunan kinerja terjadi jika hasil pengukuran tegangan dan arus listrik yang dihasilkan terjadi penurunan dibandingkan saat komisioning sedangkan kerusakan terjadi jika seluruh sistem telah normal tetapi generator tidak mampu menghasilkan tegangan dan arus listrik seperti sebelumnya.

$$P_{li} = V \cdot I \quad \dots\dots\dots 3$$

dengan :

$P_{list}$  = Daya output listrik (Watt)

$V$  = Tegangan listrik (volt)

$I$  = Arus listrik (ampere)

Urgensi penelitian ini adalah PLTMH di dusun Taipa Tompobulu kabupaten Maros setelah beroperasi selama setahun mengalami kerusakan dimana sudah tidak mampu membangkitkan listrik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, dimana masyarakat di daerah tersebut belum teraliri listrik PLN sehingga hanya mengandalkan listrik dari PLTMH tersebut.

Pembangunan PLTMH banyak dilakukan di Indonesia seperti yang dilakukan oleh Sugeng P. (2005) dengan efisiensi 68%. juga dilakukan oleh Javet C. (2010), dengan efisiensi maksimum sebesar 66%, serta banyak lagi pembangunan PLTMH sehingga penelitian tentang pemeliharaan dan perbaikan PLTMH juga sangat diperlukan untuk membantu keberlanjutan hasil-hasil pembangunan PLTMH lainnya.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengukuran daya input yang diawali dengan pengukuran debit aliran dilakukan dengan menggunakan sistem open channel, dengan alat bantu berupa bola/botol pelampung, stopwatch dan meteran.

Pengukuran daya output mekanik yang diwakili dengan pengukuran putaran turbin dan generator dilakukan dengan menggunakan alat ukur tachometer, juga dilakukan pengamatan dengan pendengaran tingkat kebisingan putaran turbin dan generator.

Pengukuran daya output listrik dilakukan dengan pengukuran tegangan listrik dilakukan dengan menggunakan alat ukur voltmeter serta pengukuran arus listrik dilakukan dengan menggunakan alat ukur amperemeter.

Pengukuran yang dilakukan berupa debit aliran, putaran turbin dan generator, kebisingan putaran turbin dan generator serta besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan generator. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan saat komisioning yaitu ketika PLTMH pertama kali dioperasikan. Jika terjadi penyimpangan maka dapat dipastikan terjadi penurunan kinerja atau kerusakan pada komponen-komponen sistem PLTMH.

Tahap akhir penelitian adalah dilakukan pemeriksaan. Pemeriksaan diawali dengan debit aliran, jika terjadi penurunan debit aliran, maka dilakukan pemeriksaan dan perbaikan pada bendungan (input aliran) dan pada saluran pipa penstok.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan putaran turbin dan generator. Jika terjadi penurunan putaran turbin dan generator dimana debit aliran telah normal, maka dilakukan pemeriksaan pada sistem mekanik turbin dan generator, utamanya pada poros dan bantalan dimana perlu dilakukan pelumasan hingga penggantian jika tingkat keausan telah parah. Kerusakan bantalan juga ditandai dengan tingginya tingkat kebisingan putaran turbin dan generator.

Tahap akhir pemeriksaan adalah pemeriksaan tegangan dan arus jika terjadi penurunan hasil pengukuran tegangan dan arus listrik yang dihasilkan generator, maka terjadi penurunan kinerja sehingga perlu dilakukan pemeriksaan dan perbaikan komponen generator, terlebih lagi jika generator tidak mampu menghasilkan tegangan dan arus listrik, maka dapat dipastikan bahwa generator tersebut mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan pemeriksaan dan perbaikan komponen generator.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengecekan awal berupa pengukuran debit aliran air keluar turbin, diperoleh debit aliran air sebesar 0,0715 m<sup>3</sup>/detik, diperoleh hasil pengukuran putaran turbin dengan generator tanpa beban sebesar 295 rpm serta terjadi kebisingan pada putaran turbin dan generator, dan juga diperoleh hasil pengukuran tegangan output generator tanpa beban sebesar 0 volt.

Hasil pengecekan berupa pengukuran debit aliran air keluar turbin, diperoleh debit aliran air sebesar 0,0715 m<sup>3</sup>/detik, hasil ini menunjukkan terjadi penurunan debit aliran air sebesar 49,93 % dibandingkan saat komisioning (0,1428 m<sup>3</sup>/detik). Setelah dilakukan pemeriksaan awal diperoleh kondisi bahwa terjadi pendangkalan pada bendungan yang mengurangi aliran serta ikutnya pasir masuk kedalam pipa penstok, setelah dilakukan pembersihan bendungan dan dilakukan pengukuran kembali maka diperoleh debit aliran air sebesar 0,0757 m<sup>3</sup>/detik, hasil ini menunjukkan bahwa masih terjadi penurunan debit aliran air sebesar 46,99 % dibandingkan saat komisioning. Dilakukan pemeriksaan selanjutnya berupa pelepasan turbin dari pipa penstok diperoleh penyebab utama penurunan debit aliran air yaitu terdapat kotoran berupa karun goni yang masuk kedalam pipa penstok, setelah dilakukan pembersihan pipa penstok dan pemasangan kembali turbin serta dilakukan pengukuran kembali maka diperoleh debit aliran air sebesar 1357 m<sup>3</sup>/detik, hasil ini

menunjukkan bahwa masih terjadi penurunan debit aliran air sebesar 4,97 % dibandingkan saat komisioning, hal ini dianggap wajar karena kondisi air dibendungan kurang dibandingkan saat komisioning.

Hasil pengecekan berupa pengukuran putaran turbin saat generator tanpa beban saat debit aliran air masih bermasalah, diperoleh putaran turbin sebesar 295 rpm, hasil ini menunjukkan terjadi penurunan putaran turbin sebesar 44,97 % dibandingkan saat komisioning (536 rpm). Setelah dilakukan perbaikan/penormalan debit aliran air dan dilakukan pengukuran ulang putaran turbin dengan generator tanpa beban, diperoleh putaran turbin sebesar 402 rpm, hasil ini menunjukkan bahwa masih terjadi penurunan putaran turbin sebesar 25 % dibandingkan saat komisioning. Hasil pemeriksaan lain adalah terjadi kebisingan yang berlebih pada putaran turbin dan generator, sehingga dilakukan pemeriksaan bantalan turbin dan generator diperoleh hasil bahwa terjadi keausan yang berlebih pada bantalan sehingga perlu dilakukan penggantian. Setelah dilakukan penggantian bantalan turbin dan generator kemudian dilakukan dan dilakukan pengukuran ulang putaran turbin dengan generator tanpa beban, diperoleh putaran turbin sebesar 520 rpm, hasil ini menunjukkan bahwa masih terjadi penurunan putaran turbin sebesar 2,99 % dibandingkan saat komisioning, tetapi hal ini masih dianggap wajar mengingat kondisi sumber air yang berkurang.

Hasil pengecekan berupa pengukuran tegangan output generator tanpa beban saat debit aliran air dan putaran turbin masih bermasalah, diperoleh tegangan beban sebesar 0 volt, hasil ini menunjukkan bahwa generator tidak mampu menghasilkan tegangan. Setelah dilakukan perbaikan/penormalan debit aliran air dan dilakukan pengukuran ulang tegangan output generator tanpa beban, diperoleh tegangan sebesar 0 volt, demikian pula setelah dilakukan perbaikan putaran turbin dan dilakukan pengukuran ulang tegangan output generator tanpa beban, diperoleh tegangan masih sebesar 0 volt. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terjadi kerusakan pada komponen generator, proses perbaikan generator dapat dilihat pada gambar 1. Setelah dilakukan perbaikan generator dan dilakukan pengukuran tegangan output generator tanpa beban, diperoleh tegangan sebesar 279 volt, hasil ini menunjukkan bahwa masih terjadi penurunan tegangan sebesar 5,1 % dibandingkan saat komisioning (294 volt), tetapi hal ini masih dianggap wajar akibat kondisi sumber air.



Gambar 2. Generator dalam proses perbaikan dan setelah pemasangan kembali

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Hasil pengecekan diperoleh bahwa terjadi penurunan debit aliran air keluar turbin, terjadi penurunan putaran turbin, terjadi kebisingan putaran pada turbin dan generator serta generator tidak mampu membangkitkan daya listrik.

- 2) Penurunan debit aliran air disebabkan dua hal yaitu pendangkalan pada bendungan yang mengurangi aliran serta ikutnya pasir masuk kedalam pipa penstok, penyebab utamanya adalah terdapat kotoran berupa karun goni yang masuk kedalam pipa penstok.
- 3) Penurunan putaran pada turbin dan generator disamping disebabkan debit aliran yang berkurang juga disebabkan karena terjadi kerusakan berupa keausan pada bantalan turbin dan generator, keausan ini pula yang menyebabkan kebisingan putaran pada turbin dan generator.
- 4) Ketidakmampuan generator menghasilkan daya output berupa daya listrik tidak disebabkan oleh berkurangnya debit aliran atau karena terjadi keausan pada bantalan tetapi disebabkan karena terjadi kerusakan pada generator.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Didik Aribowo; Romi Wiryadinata; Daniel Alexander YH., 2014, *Care and Maintenance System Generator Transformer 20KV-150KV*, Jurnal Rekayasa dan Teknologi E lektro, Volume 8, No. 1, hal. 31-36.
- Javet C. dkk. 2010. *Design Of A Cross Flow Turbine For Micro Hydro Power Application*. Proceeding of the ASME Power Comfrence Power 2010, Cicago USA July, 13-15 2010.
- Ni Made Sudri; Bendjamine Ch. Nendissa; Yuli Herawati, 2012, *Analisis Sistem Perawatan Komponen Generator Starter Pada Mesin Pesawat di PT. XYZ*, Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol 1 No.3, hal. 287-293
- Muhammad Irfan; Machmud Effendy; Ali Mokhtar dan Suwignyo, 2015, *Penerapan Teknologi Pengoperasian, Perawatan dan Pelatihan Mikro Hidro di Desa Karang Suko Kecamatan Pagelarang Kabupaten Malang*, Jurnal Dedikasi, Volume 12, hal 39-42.
- Muhammad Irfani, 2016, *Manajemen Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Kubang Jantan*, tugas akhir, Politeknik Negeri Padang.
- Sugeng Permadi dkk. 2005. *Studi Experimen dan Rancang Bangun Nosel Guide Vane Pada Nosel Turbin Cross Flow Berbasis Coputational Fluida Dynamic*.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah penelitian terapan unggulan perguruan tinggi tahun anggaran 2018.